

REAL ACADEMIA
DE
CÓRDOBA

COLECCIÓN
RAFAEL CABANÁS
PAREJA

I

**LAS CIENCIAS EN LA CÓRDOBA
ANDALUSÍ**



COORDINADORES

**JOSÉ ROLDÁN CAÑAS
MARÍA FÁTIMA MORENO PÉREZ**

**REAL ACADEMIA
DE CIENCIAS, BELLAS LETRAS Y NOBLES ARTES DE
CÓRDOBA**


REAL ACADEMIA
DE CÓRDOBA
1810

2019

2019

JOSÉ ROLDÁN CAÑAS
MARÍA FÁTIMA MORENO PÉREZ
COORDINADORES

LAS CIENCIAS EN LA CÓRDOBA
ANDALUSÍ

REAL ACADEMIA
DE CIENCIAS, BELLAS LETRAS Y NOBLES ARTES DE
CÓRDOBA

2019

LAS CIENCIAS EN LA CÓRDOBA ANDALUSÍ

Colección *Rafael Cabanás Pareja, I*

Coordinador científico:

José Roldán Cañas, académico numerario

Coordinadora editorial:

María Fátima Moreno Pérez, académica correspondiente

Portada:

Azafea de Azarquiel que se exhibe en el Museo de la Calahorra de Córdoba y es una reproducción de la existente en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona

Con permiso de la Biblioteca Viva de al-Andalus

Fotografía de Manuel Sáez

© Real Academia de Córdoba

© Los Autores

ISBN: 978-84-120698-6-0

Dep. Legal: CO 1635-2019

Impreso en Litopress. edicioneslitopress.com – Córdoba

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito del Servicio de Publicaciones de la Real Academia de Córdoba.

El agua y el riego

José Roldán Cañas

Académico Numerario

María Fátima Moreno Pérez

Académica Correspondiente

Universidad de Córdoba

Resumen

El agua ha tenido un papel esencial en la cultura islámica alcanzando todos los ámbitos: religioso, medicinal, estético, y, especialmente, dentro de la temática de este trabajo, agrícola. El riego vivió una etapa de esplendor a partir del siglo VIII marcado por nuevas técnicas de captación de agua (norias y *qanats*), nuevos cultivos adaptados a un mayor aporte hídrico y nueva organización social en el uso del agua. Las prácticas de riego tuvieron un carácter que hoy denominaríamos sostenible en armonía con el medio natural. Los espacios regados más comunes en el valle del Guadalquivir fueron las almunias o fincas situadas en los alrededores de las ciudades que combinaban recreo y explotación agraria. En el entorno de la Córdoba andalusí destacaron las almunias denominadas *al-Rusafa*, *al-Nā'ūrah* y *al-Rummaniyya*. Para el abastecimiento de la Córdoba islámica, por un lado, se reformaron y reutilizaron los acueductos romanos, pero, por otro lado, se construyeron nuevas conducciones subterráneas, *qanats*, y se excavaron pozos para el suministro doméstico.

Palabras clave

Riego sostenible; al-Andalus; Almunias; abastecimiento de agua; *Qanats*

Summary

Water has played an essential role in Islamic culture reaching all areas: religious, medicinal, aesthetic, and, especially, within the theme of this work, agricultural. The irrigation experienced a stage of splendor from the VIII century marked by new techniques of water intake (hydraulic wheels and *qanats*), new crops adapted to a greater water supply and new social organization in the use of water. The irrigation practices had a character that today we would call

sustainable in harmony with the natural environment. The most common irrigated spaces in the Guadalquivir valley were the *almunias* or farms located around the cities that combined recreation and agricultural exploitation. The *almunias al-Rusafa*, *al-Nā'ūrah* and *al-Rummaniyya* highlighted in the surroundings of the Andalusian Cordoba. For the water supply of the Islamic Cordoba, on the one hand, the Roman aqueducts were reformed and reused, but, on the other hand, new underground water conductions, *qanats*, were built and wells were dug for the domestic supply.

Key words

Sustainable irrigation; al-Andalus; Almunias; water supply; *Qanats*

1. Introducción

A consecuencia de su origen en tierras desérticas, el Islam ha concedido al agua un papel esencial en su desarrollo y en la forma de vida de sus practicantes (Roldán-Cañas et al., 2007).

En efecto, en el mundo islámico, el agua tiene un carácter marcadamente religioso. Así, se le considera un don divino, origen de la vida y uno de los cuatro elementos constitutivos de la materia (Carabaza, 1994). El agua es el principio más importante del universo según el Corán ya que cuando Dios crea el mundo su trono estaba en el agua, “*Él es quien ha creado los cielos y la tierra en seis días, teniendo su Trono en el agua*” [Corán, XI, 7]. Está presente en la escatología musulmana formando parte tanto del Paraíso: “*Y a quien obedezca a Dios y a Su Enviado, Él le hará entrar en jardines por los que corren arroyos, en los que permanecerán: ese es el triunfo supremo*” (Corán, 4:13)-, como del Infierno, “*lugar de reunión de los transgresores, en el que permanecerán eternamente. Sin disfrutar ni de frescor ni de bebidas, sólo de agua hirviendo y pus. Única recompensa que merecen*”. (Corán, 78:21-26). El agua adquiere también un significado simbólico en la práctica cultural de las abluciones, pues purifica el cuerpo y alma del creyente (Cherif Jah y López Gómez, 1994). Vázquez Navajas (2018) nos muestra la existencia de varios lavatorios o pabellones de abluciones en los alrededores de la Mezquita de Córdoba.

El agua tiene en la cultura islámica otros usos más prosaicos; es necesaria para la limpieza doméstica y la higiene personal; tiene

aplicaciones medicinales (Garijo, 1990; Hernández Juberías, 1996); y desarrolla, asimismo, una función vial, como transporte de hombres y mercancías (Epalza, 1991). Además, adquiere otros valores propios del espíritu; sirve de inspiración a poetas (Albarracín y Martínez, 1989); y cumple una función estética de primer orden, al convertirse, en este caso, en un elemento decorativo, articulador de espacios y jardines, en casas y palacios (Bermejo, 2002). Esto es evidente en la Alhambra y Generalife de Granada y también en otras almunias, donde agua, vegetación y arquitectura conforman un todo armonioso. Por ejemplo, de *al-Nā'ūrah*, ubicada junto al Guadalquivir en las inmediaciones de Córdoba, el emir Abd Allah “*hizo de ella un vergel hermoso, ampliamente delineado, pues su deseo era convertir su propiedad en lugar ameno y delicioso. Con ese fin la ensanchó y pobló de árboles y plantas...mejoró la construcción, introdujo nuevos ornamentos en los edificios y aumentó el caudal de agua en las cisternas*”. (Arjona, 1982).

Pero, sobre todo, el agua es vital, además de para el hombre, para los animales y las plantas, tal y como lo expresó el agrónomo granadino al-Tignarí (edición de García Sánchez, 2006): “*Debes saber que no hay vida animal ni crecen plantas sin agua*”. Los árabes iniciaron una etapa de florecimiento de la agricultura a partir del siglo octavo que condujo a una mejora y ampliación de la práctica del riego en todo el mundo islámico, incluyendo al-Andalus, a través de la expansión de las técnicas agrícolas orientales de origen nabateo y mesopotámico. En época medieval, la difusión que conoció el regadío en al-Andalus contribuyó, sin duda, a mejorar notablemente el bienestar de la sociedad andalusí, destinataria del aumento y variedad de la producción agrícola (Roldán-Cañas y Moreno-Pérez, 2010).

Hay algunos aspectos que confirman lo expresado anteriormente. Así, por ejemplo, la terminología hidráulica del regadío fue sustituida por arabismos (acequia, derivada del árabe *sāqiya*, reemplaza a la palabra latina *canalis*); se adoptaron de forma generalizada mecanismos hidráulicos introducidos por los árabes, como la noria o, más propiamente, los *qanats* (Goblot, 1979); se desarrolló una mayor agricultura de regadío, extensas huertas, alrededor de las grandes ciudades; se introdujeron cultivos, muchos con nombres árabes, necesitados de regadío para poder crecer adecuadamente en nuestras condiciones climáticas (altramuz, naranja, alfalfa, algodón, etc.); y, aún hoy, se conservan topónimos en zonas de regadío medieval que demuestran un claro pasado islámico (Glick, 1988).

Existen muy pocas referencias árabes escritas sobre el regadío y sobre la construcción de acequias para el riego, con excepciones como lo descrito en su obra por el geógrafo al-Idrisi a finales del siglo XII (Carrasco, 1996). Martí (1989) apunta a problemas de competencias profesionales como una posible explicación de estas ausencias. Así, la realización de grandes obras de ingeniería hidráulica no corresponde a los agrónomos andalusíes sino más bien a geómetras y astrónomos. En general, y al no existir una documentación adecuada, los regadíos islámicos solo pueden estudiarse, en lo referente a aspectos técnicos e institucionales, a partir de documentos cristianos posteriores o mediante estudios arqueológicos. Sobre la distribución social del agua hay que recurrir a hipótesis basadas en registros de tierras, investigaciones arqueológicas, topónimos, litigios, ordenanzas de comunidades de regantes, distribución geográfica de los términos usados en el regadío y en las escasas fuentes árabes (Glick, 1996).

Glick (1988) señala que los modelos de reparto del agua se basaban en la necesidad de su justa distribución y en el imperativo de evitar conflictos. Algunos de estos principios comunes eran: reparto de agua proporcional a la cantidad de tierra que se trabaja; responsabilidad individual hacia la comunidad de regantes en aspectos tales como mantenimiento de acequias, sometimiento a los turnos y resarcimiento por los daños causados a los vecinos; y carácter autónomo de los regadíos de modo que la justicia fuese realizada internamente por sus propias instituciones de autogobierno, aunque dependiendo jurisdiccionalmente del juez o cadí general (Glick, 1996).

El uso agrícola del agua, con frecuencia asociado en los textos escritos a la existencia de huertas y jardines, contribuyó, pues, a mejorar los rendimientos. La producción alcanzó un notable desarrollo en las zonas periurbanas. Las referencias a estos espacios agrícolas suburbanos son muy frecuentes en las descripciones geográficas, que abundan en testimonios de la feracidad de los contornos de las ciudades (Manzano, 1986), donde se advierte la existencia de unidades de explotación agrícola, denominadas en las fuentes árabes con términos distintos (García Sánchez, 1996). Una de ellas, la *almunia*, proliferó en los alrededores de la Córdoba califal, hasta alcanzar, según información escrita, un total de unas quince o más; en algunas de ellas, como en la denominada *al-Rusafa*, había áreas de experimentación agrícola, en las que se aclimataban nuevas especies o se mejoraban otras ya existentes en el suelo peninsular. En esa *almunia*, Abd al-Rahman I *formó un hermosísimo jardín con toda*

clase de plantas raras y exóticas y hermosos árboles de todos los países, tratando de que tuvieran agua para su riego (Arjona, 1982).

Además de las infraestructuras hidráulicas heredadas de los romanos, como en el caso de Córdoba, para el abastecimiento de agua en las poblaciones de al-Andalus se recurría, por un lado, a los *qanats*, como el *qanat* de las Aguas de la Fábrica de la Catedral de Córdoba, en uso hasta el siglo XX (Pizarro Berengena, 2014), y, por otro lado, a la construcción de pozos, allí donde las condiciones del terreno y la existencia de capas freáticas próximas a la superficie del suelo lo permitían; tales perforaciones -casi siempre de sección circular-, se hacían preferentemente en los patios de las casas; los pozos solían ir provistos de brocales para evitar la caída accidental en ellos de personas y animales; esos brocales eran de muy diversa factura y tipología, tal y como revela la rica colección existente en el Museo Arqueológico Provincial de Córdoba. Muchas casas contaban con la infraestructura necesaria para canalizar, transportar y almacenar el agua procedente de lluvia o de otras fuentes de aprovisionamiento: tuberías, atarjeas, pilas, aljibes domésticos, contenedores de cerámica, etc.

Asimismo, el Estado destinaba recursos económicos y humanos para financiar la construcción y el mantenimiento de infraestructuras hidráulicas, especialmente las relacionadas con el abastecimiento y distribución de agua a los núcleos urbanos: transporte (como en Madinat al-Zahra, Vallejo, 1991), instalación de fuentes, pilas y baños públicos, ampliación y mejora de la red de saneamiento o construcción de grandes aljibes, caso del existente en el patio de la Mezquita de Córdoba.

2. El regadío islámico en la península Ibérica

Al-Mudayna (1991) analizó el alcance los regadíos islámicos en al-Andalus por cuencas hidrográficas y/o por zonas geográficas. A grandes rasgos, las mayores extensiones de regadío se concentran, principalmente, en el Levante español, Valencia y Murcia, en tanto que el riego de los entornos urbanos, huertas y fincas de recreo, es más propio de la cuenca del Guadalquivir.

En el Ebro, la mayoría de las acequias de origen musulmán se han encontrado en el triángulo Alfaro-Tarazona-Zaragoza, esto es, margen derecha del Ebro a partir de Tudela. Continuando en Aragón, Box Amorós (1992) cita la acequia de Guadalaviar que regaba la vega próxima a Teruel.

En las Baleares, destacan los numerosos *qanats*, introducidos en el siglo X, y el sistema de banales regados del que forman parte los *qanats* en su inmensa mayoría. Mallorca es la región de al-Andalus con mayor número de *qanats* conocidos situados en los valles transversales de la sierra de Tramontana y la sierra de Levante y el Puig de Randa. En Ibiza existe un sistema de riego de tipo subsuperficial de origen islámico que parece ser único, denominado las feixes (Foster, 1952).

Aunque los riegos valencianos tienen un origen romano, no hay duda de que los árabes contribuyeron a su gran crecimiento. Giner Boira (1997) mantiene que los pobladores del levante español no eran árabes (procedentes de lo que hoy denominamos Arabia Saudí), que no conocían el regadío pues sus tierras no se regaban, sino sirios, libaneses y egipcios con cinco mil años de tradición de agricultura regada. Asimismo, mantiene que el actual Tribunal de las Aguas fue creado hacia el año 960. Notables ejemplos de áreas regadas valencianas son la huerta de Valencia y los regadíos de Alicante y Elche y, no hay duda de que las ocho acequias valencianas que constituyen la red definitiva de canales de la huerta existían al final de la dominación musulmana.

En Murcia la zona regada se sitúa en las cuencas media y baja del Segura destacando el entorno de Murcia capital y Orihuela (perteneciente a la Comunidad Valenciana pero situada en la cuenca baja del Segura) así como el Campo de Lorca regado este último por el Guadalentín. En la huerta de Murcia destacan las norias, ruedas que elevaban el agua mediante cangilones movidos por la corriente de agua. Las más conocidas son las de Alcantarilla y la Ñora. La distribución del agua en época musulmana se basaba en el reparto proporcional del volumen extraído del río en la presa de la Contraparada: la *parada* murciana, equivalente a la *rafa* valenciana, es un obstáculo artificial o azud colocado en un curso de agua para elevar su nivel y derivarla posteriormente.

El regadío en Andalucía Oriental o Reino de Granada es muy diferente al del levante español dada la orografía y el régimen pluviométrico de la zona. Aquí, fundamentalmente, se aprovecharon hoyas interiores de ríos y zonas de sierra mediante terrazas regadas. Lo más destacado es el ingenio desarrollado para captar agua en esta región (Alpujarras granadinas y almerienses) de gran escasez hídrica: en el caso de corrientes superficiales, la toma de agua tanto en corrientes permanentes como en cursos efímeros se hace por sangrado mediante diques de derivación denominados azudes o boqueras (Giráldez et al., 1988). En el caso de aguas subterráneas, el uso del

qanat estuvo muy generalizado destacando el de Senés en Almería con varios centenares de metros. En cualquier caso, el desarrollo de las zonas montañosas como espacio agrícola se debe, fundamentalmente, a la implantación del riego a partir del siglo X (Malpica, 2010).

En el valle del Guadalquivir no hay referencias a grandes espacios de regadío sino más bien a zonas de huertas en entornos urbanos y a almunias, o fincas de recreo de los notables, destacando las de Jaén, Córdoba y Sevilla. También hay constancia de regadíos en ambas orillas a lo largo del Guadalquivir desde donde el agua se derivaba mediante norias (como la de la Albolafia en Córdoba) y presas. También la ciudad de Granada estaba rodeada de almunias, o casas con jardín, denominadas *Cármenes*, del árabe *karm* que significa viña, pues en ellos se cultivaba esta planta con frecuencia (Trillo San José, 2006).

En la cuenca del Tajo hay que mencionar las vegas de Toledo (Huerta del Rey) y de Talavera. El encajonamiento de este río a su paso por Toledo dio lugar al desarrollo de unos sistemas de elevación de agua que han sobrevivido durante muchos siglos.

3. La agricultura de regadío

El régimen pluviométrico de la Península Ibérica concede un carácter semiárido e incluso árido a gran parte de su territorio. Su variabilidad estacional -la mayoría de la lluvia se recibe entre octubre y abril-, impide el desarrollo de cultivos en la época estival si no se aplica agua artificialmente, esto es mediante riego.

Se entiende por *agricultura de secano* aquella en la que se practica una agricultura pluvial o dependiente de la lluvia. Por el contrario, la *agricultura de regadío* es la que se hace en tierras colonizadas tras la aplicación de agua mediante riego. Originariamente, estas zonas podrían tener un carácter árido que ha sido transformado por el hombre en vergeles y huertas mediante la aplicación del agua.

3.1. El nuevo sistema agroecológico y el espacio hidráulico generado

El nuevo sistema agroecológico que se genera en las tierras irrigadas en época islámica, a diferencia del existente en época romana, no es solo consecuencia del agua sino de la introducción de diferentes especies vegetales ajenas a nuestro entorno climático. En efecto, las plantas cultivadas en tiempos romanos, cuyos más claros ejemplos son el trigo, la vid y el olivo (Sáez, 1987), corresponden a un

ecosistema claramente mediterráneo análogo al de especies naturales del que derivan. Estas especies están adaptadas a condiciones de temperatura extremas y a períodos de sequía prolongados. Esta agricultura, denominada extensiva, tenía unos rendimientos muy bajos y se practicaba el sistema de año y vez, es decir, un año se cultivaba y al siguiente se dejaba en barbecho (Malpica y Trillo, 2002). En consecuencia, la estacionalidad agrícola es muy marcada en contraste con la agricultura árabe que, a consecuencia del riego, llega a modificar el calendario agrícola haciéndolo más continuo y casi independiente de las condiciones climáticas (Trillo, 2002). En el Tratado de Agricultura de Ibn al-Awam (siglo XII-XIII, edición de J. I. Cubero, 2001) se citan más de 400 especies vegetales diferentes cultivadas en al-Andalus lo que contrasta con las 150 que Columela nos dice que había en el siglo I.

La introducción, pues, de plantas y el uso asociado del regadío supuso una auténtica revolución agrícola que permitió cultivar productos hasta entonces desconocidos tanto en la Península Ibérica como en el resto del continente europeo, posibilitando la proliferación de una diversidad de árboles y cultivos hortícolas espectacular para la época, cuya procedencia fue determinada por el investigador canadiense Watson (Watson, 1998). Los resultados fueron muy positivos para el país. Se introducen, entre otros árboles, granados, moreras, limoneros, naranjos, cerezos, albaricoques, melocotoneros, almendros, membrilleros y palmeras datileras; también se traen verduras y hortalizas, tales como berenjenas, pepinos, calabazas, espinacas, zanahorias, coliflores o lechugas; y se cultiva por vez primera arroz, caña de azúcar, cáñamo, lino, azafrán, algodón o anís (ver capítulo dedicado a la Agricultura en este mismo libro), llegándose a crear espacios de especialización productiva dirigidos a una ulterior transformación industrial. La introducción de nuevos cultivos vinculados a la agricultura irrigada tuvo también una gran importancia por su efecto en la dieta y por la posibilidad de hacer más intensivo el trabajo mediante cultivos de verano (Poveda, 2000). El uso sistemático del agua en el riego de los campos marcó también la diferencia y fue determinante en la prosperidad de las comunidades, cuyas tierras implementaban así su fertilidad. *“En todo al-Andalus – nos dice Ibn Hawqal en la segunda mitad del siglo X (edición de Romani, 1971)-... no hay ciudad que no esté bien poblada, que no esté rodeada de un vasto distrito rural, o mejor, de toda una provincia con numerosos pueblos y labradores que gozan de prosperidad.... Sus*

tierras están bien regadas, o bien por la lluvia, dando entonces una buena recolección de primavera, o bien por canalizaciones admirablemente conservadas y con una red perfecta”.

La lluvia, además de facilitar el desarrollo de los cultivos de secano humedeciendo el suelo que conserva el agua para los períodos de escasez, discurre por arroyos, barrancos y torrentes, tanto superficial como subterráneamente, favoreciendo la agricultura de secano y haciendo posible la de riego (Bolens, 1994).

Las zonas regadas, vegas y huertas, se concentraban en determinados entornos próximos a ríos. Mediante diversos procedimientos se derivaba una acequia que dominaba la superficie regada. Esta acequia, para mantener una pendiente adecuada a su doble función de conducción y derivación, sigue un trazado que es difícil de modificar (Barceló, 1989). El espacio hidráulico así configurado queda delimitado por dos líneas, superior e inferior, cuya situación está marcada por la gravedad. Así la superior es la propia acequia o canal principal por encima de la cual el agua no puede distribuirse por ir contra de la pendiente del terreno, en tanto que la inferior la constituye el propio curso del agua situado en el fondo del valle. El nacimiento de la acequia se produce desde un azud (ver figura 1).

Barceló (1995) clasifica los sistemas hidráulicos de riego según su ubicación topográfica en tres tipos: sistemas de fondo de valle; sistemas de terraza con captación a media ladera; y sistemas de vertiente.

Los primeros se construyen en fondos de valle previamente preparados para el riego y son abastecidos, generalmente, por una sola acequia, desde la cual se riega directamente mediante partidores regularmente distribuidos. Si el caudal es suficiente, se suelen construir molinos sobre la propia acequia. Su situación, encima de la acequia, permite recuperar el agua que pasa por ellos, aunque, en cualquier caso, antes de cada molino se practicaba una apertura que permitía desviar el agua cuando estaban fuera de servicio. El aterrazamiento es mínimo y las parcelas de cultivo, alargadas y en forma de huso, se adaptan al relieve.

Las terrazas captan el agua a media ladera y consisten en un conjunto de banales superpuestos y escalonados en una pendiente natural, siguiendo las curvas de nivel, de modo que el declive se modifica artificialmente, pero asegurando la contención del terreno y deteniendo el efecto de la erosión.

Los sistemas de vertiente se levantan en zonas de pendiente suave. La captación se localiza en valles abiertos y se realiza, igual que en el primer caso, en el fondo del valle, aunque ahora se acondiciona una de las vertientes para el riego mediante un cierto aterrazamiento.

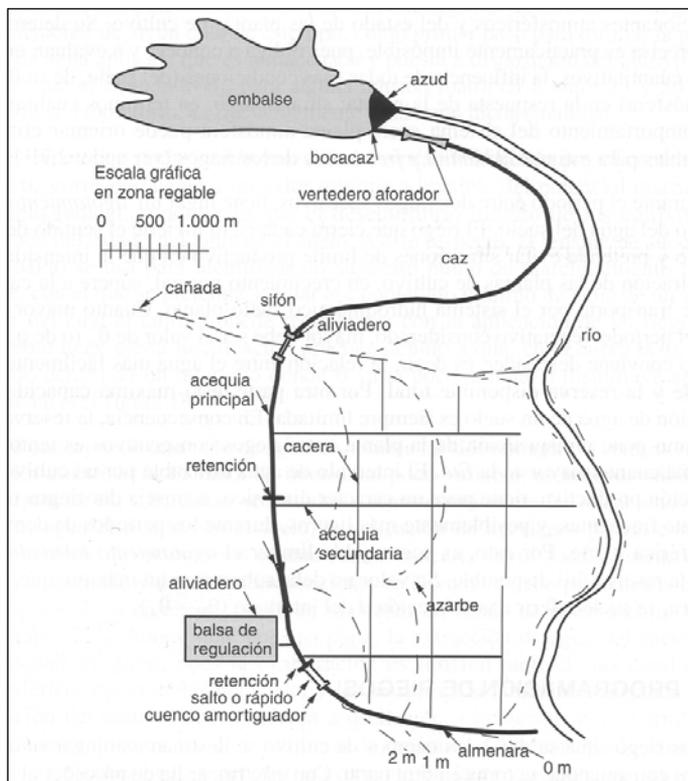


Figura 1. Estructura de un sistema de riego tradicional (Losada, 2005)

3.2.- Origen y calidad de las aguas para riego

Las aguas para el riego eran clasificadas en cuatro tipos según su procedencia: aguas de lluvia, de río, de fuentes y de pozos. El agua de lluvia se consideraba la mejor y se recomendaba para el riego de hortalizas y, en general, para las plantas más delicadas o débiles. Al ser agua corriente, el agua de los ríos también es buena y la de fuentes y pozos, más densas, se preferían para el riego de plantas con raíces comestibles. Las aguas de pozos se consideraban demasiado frías para regar las especies de invierno. En general, el riego se consideraba un regulador benéfico de la temperatura del suelo: en invierno calienta el suelo y en verano lo refresca.

Ibn al-Awam (siglo XII-XIII) añade que las aguas salobres y amargas son buenas para regar algunas hortalizas como la verdolaga, espinaca y lechuga. En cambio, no recomienda el agua salada para el riego de ninguna planta.

En cambio, para el médico y visir granadino Ibn al-Jatib (siglo XIV), la mejor agua para beber era la procedente de fuente o manantial de tierra cálida o polvo arcilloso y de curso continuo; también considera buena el agua de las fuentes orientadas al este, así como la procedente de zonas altas que tienen un sabor dulce, de poco peso, inodoras, de fácil digestión y de cocción rápida. Considera peor las aguas de pozo y nocivas las que fluyen por conductos de plomo, las enfangadas y las amoniacaes. Las termales las recomienda para los ancianos y personas de complejión fría. Por último, rechaza las aguas procedentes de zonas en cuyas proximidades se estacionen ganados y donde abreen pues las ensucian y contaminan con sus excrementos, sus pisadas y por introducirse en ellas para beber.

En relación con el uso de las aguas subterráneas, Ibn al-Awam comenta que es *condenable hacer venir el agua de lejos*, clara alegato en contra de los trasvases, por lo que es mejor buscar aguas en el subsuelo. La vegetación natural, por ejemplo, cipreses, zarzas y espinos pequeños, orienta sobre la existencia del agua en la proximidad de la superficie. También cuando el agua está cerca la tierra tiene cierta jugosidad que se percibe al tacto y a la vista a manera de sudor o rocío.

Por otro lado, es necesario conocer dónde situar y cómo construir los pozos. Su posición la situaba este autor en lo más alto del huerto para dominar todo el espacio hidráulico y cerca de los lugares de acceso. La época en la que se recomendaba su perforación era entre agosto y octubre ya que entonces el subsuelo contiene la mínima cantidad de agua. Las características del terreno son las que determinan su forma y tamaño: en suelo duro podrán ser anchos y en suelo poco estable pequeños. El tamaño debe ser a la medida de la noria o más bien al revés.

4. La práctica del riego

4.1 El riego sostenible

Ibn al-Awam (siglo XII-XIII), basándose en el texto de Agricultura Nabatea escrito por Ibn Wahsiya en el siglo IX, dedica apartados de su libro a las prácticas agronómicas en el regadío. Muchas de ellas tienen

un carácter sostenible y se hacen en armonía con el entorno natural en el que se desarrollan.

En efecto, Ibn al-Awam da recomendaciones sobre el riego de los árboles frutales entre las que cabe destacar aquellas que guardan una correspondencia directa con prácticas sostenibles y actuales de riego:

- Riego localizado. Aporte del agua a pie de planta para evitar pérdidas por evaporación o percolación: *riego por alcorques* (ver figura 2).
- Riego nocturno. Aplicación del agua por la noche para reducir la evaporación: *cuatro horas al día desde la última hora del día hasta la media noche*.
- Riego frecuente. Aplicaciones diarias de agua para evitar grandes fluctuaciones de humedad en el suelo: *riego durante unas pocas horas, pero todos los días*.
- Fertirriego Mediante la incorporación del estiércol al agua: *un riego abundante con estiércol transforma la tierra arenosa y floja en tierra pingüe y buena*. La combinación entre agua y estiércol crean una estructura del suelo permeable y ventilada. El estiércol también se usaba para calentar el agua de los pozos que, como ya se ha comentado, era fría.
- Riego en subsaturación. De esta manera se evita el encharcamiento que impide la respiración de las raíces: *se propone que se excave la tierra de alrededor, se pise blandamente y se le incorpore estiércol para que el agua no llegue a todos los sitios y haya ventilación*.
- Dosis de riego. Se determina la cantidad de agua a aplicar en función de las características físicas del suelo: *el exceso de agua puede provocar salinización de los suelos y estancamiento del agua que pudre el estiércol*.
- Calendario de riego: *el agua es necesaria, pero hay que controlar su exceso en ciertas estaciones según el cultivo a regar*. Así, el riego de la caña de azúcar se debe cortar en octubre porque, de lo contrario, el principio azucarado se interrumpiría. Igual pensamiento se aplicaba a la vid (en este sentido se recuerda que su riego ha estado prohibido en España hasta hace pocos años).

- Programación de riegos: *los frutales deben regarse frecuentemente salvo en épocas de brotación de yemas o floración a excepción del olivo*. Sobre el riego del olivo (planta tradicionalmente de secano) se concluye que, *aunque el riego es útil, su falta tampoco le daña*.



Figura 2. Riego por alcorques. Patio de los Naranjos. Mezquita de Córdoba
(Fotografía de J. Roldán)

4.2. Métodos de riego

Los métodos de riego utilizados en época andalusí son diversas variantes de riego por superficie (García Sánchez, 1996):

- Por inmersión o a manta, para el que la parcela se disponía en tablares
- A través de regueras, usando surcos y caballones
- Por alcorques, llevando el agua al pie de los árboles

El campo de riego se componía, pues, de un conjunto de bancales, separados por balates y con tablas de riego divididas en eras y canteros o con alcorques al pie de árboles frutales (Losada, 2004).

Bolens (1994) habla de que la práctica más frecuente era el *Riego por Sumersión*, que considera diferente al riego a manta, mediante el cual se aplicaba el agua al suelo hasta su absorción. Para dicha investigadora, este método *supone un suelo igualado, perfectamente llano para que el agua corra por igual a todos lados a lo largo de los brazales. En caso necesario, hay que corregir el suelo yendo a buscar tierra de la parte más elevada*. Para ello, se usaban estacas de la misma longitud y un hilo a plomo. La tierra se llevaba al punto en que se encuentre una depresión acondicionando para este fin unos brazales especiales denominados *regueras de filtraje*.

De acuerdo con esta descripción, el riego por sumersión sería el que actualmente se denomina *riego por inundación* en canteros sin pendiente. Por el contrario, el que anteriormente se ha llamado riego por inmersión o a manta incluiría tanto el riego por inundación como el *riego por escurrimiento* en canteros con pendiente, aunque con escasa inclinación. Según Ibn al-Awam, la menor pendiente que puede darse a estas regueras es 12 dedos (0,231 m) por 100 codos egipcios (46,20 m), esto es, un 0,5%. Si su pendiente fuera muy fuerte se provocaría una gran erosión que afectaría al conjunto nivelado.

En el caso de riegos por inundación resulta fundamental la nivelación de los tablares de modo que no hubiera diferencia de cotas entre la parte superior e inferior pues, en caso contrario, el agua se llevaría de una a otra las semillas y el estiércol. El instrumento que se usaba para este fin era el astrolabio que incluía en su reverso una alidada que se utilizaba como aparato topográfico en las tareas de nivelación de tierras.

Si el gasto alumbrado, tanto de pozos como de manantiales fuera insuficiente para su aplicación directa en el riego, se hacía necesaria la existencia de una alberca donde el agua se acumulaba durante un periodo de tiempo y desde donde se aplicaba posteriormente con un caudal mayor. En zonas montañosas, como las Alpujarras, la existencia de múltiples manantiales con escaso caudal obligaba a construir balsas de regulación o albercas como paso previo a la distribución del agua en la zona a regar. Dada la topografía, las albercas funcionan, en este caso, independientemente y abastecen superficies de terrenos relativamente pequeñas (Bazzana, 1994).

5. Tecnología del riego

5.1 Obras de captación del agua

Los árabes juegan también en este caso un amplio papel de difusores de unas tecnologías a veces ya conocidas por los hispanorromanos pero que, fundamentalmente, derivan de las grandes civilizaciones orientales. Este es el caso, por ejemplo, de las norias que San Isidoro cita ya en sus Etimologías, aunque con seguridad tienen su origen en el Mediterráneo oriental. Según cita Pavón Maldonado (1990), Filón de Bizancio (300-200 años A. C.) ya habla de aparatos para sacar agua en su libro Pneumática y Vitrubio describe cuatro tipos diferentes de aparatos elevadores en su libro Arquitectura, aunque ninguno de ellos se refiere a las ruedas movidas por tracción animal.

El término *noria* proviene del árabe *nā'ūra* y se refiere a todos los artilugios para la elevación de agua compuestos de ruedas. Se distingue entre las norias de corriente (*noria fluvial* o *noria de vuelo*), ruedas verticales sin engranajes situadas en ríos o canales accionadas por el agua también llamadas en algunas zonas *aceñas*, y norias de sangre (*norias de tiro* o *sāniya*), accionadas por tracción animal que se utilizan para elevar aguas captadas a través de pozos de hasta 10 m de profundidad. Según Córdoba et al. (2004), el nombre castellano, *noria*, no ha derivado del término árabe con que fueron conocidas en al-Andalus, *sāniya*, sino con el que fueron llamadas las norias fluviales, *naura*, y que se empleó en la España cristiana indistintamente. De *sāniya* se deriva la palabra *aceña* usada para denominar a los molinos de rueda hidráulica vertical durante la Baja Edad Media.

El nombre árabe *naura* parece derivar del verbo *na'ar* que significa gruñir o gemir y que hacía alusión al característico chirrido emitido por las mismas (Pavón Maldonado, 1990; Córdoba, 2004). Así, por ejemplo, las norias de tiro de Palma del Río (Córdoba) han sido conocidas con el nombre de *chirriones*. Según diversos autores, como Caro Baroja y Torres Balbás, la famosa *noria* de la Albolafia de Córdoba, que viene a significar de la buena suerte o de la buena salud, (ver figura 3) fue desmontada en junio de 1492 a causa de su continuo chirrido que molestaba a la reina Isabel la Católica que por aquel entonces se encontraba enferma en el Alcázar de los Reyes Cristianos de Córdoba (Córdoba et al. 2004).

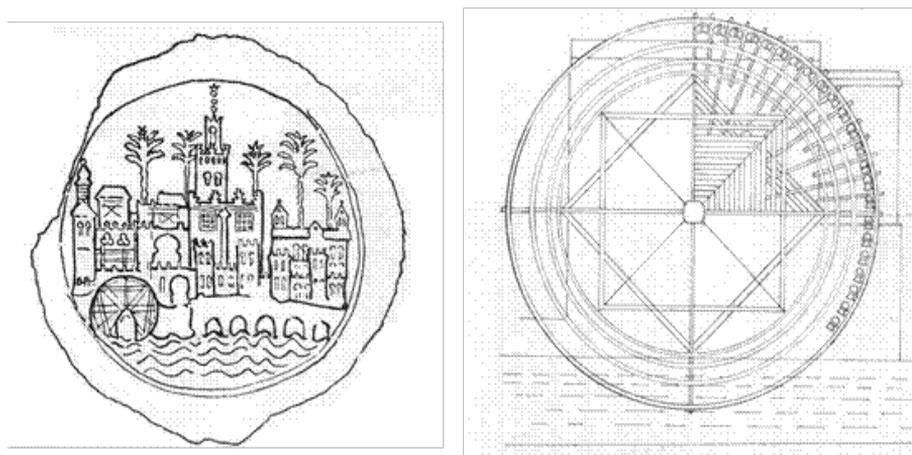


Figura 3. Noria de la Albolafia de Córdoba. a) del sello de la ciudad, siglo XIV según interpretación de J. Caro Baroja. b) restitución según B. Pavón Maldonado

Las formas de las norias han ido evolucionando desde estructuras más simples, radiales, en época romana hasta las más complejas, polígonos estrellados tal y como cuadriláteros inscritos en circunferencias, pentágonos y estrellas de ocho puntas, de época musulmana. En la figura 4 se muestran algunos ejemplos de formas geométricas de las ruedas: la I es la rueda romana; la II la rueda árabe antigua; la III la rueda moderna de Asia Menor; la IV es la rueda islámica que aparece en el sello de la ciudad de Murcia; la V es una rueda moderna española; y la VI es una rueda del río Genil (afluente del Guadalquivir) de origen mixto.

La energía del agua responsable del movimiento de la rueda se aprovechaba a través de paletas planas ancladas al aro de la circunferencia externa. La manera de recoger el agua fue, inicialmente, a través de orificios abiertos en dicho aro perimetral (ver figura 5a) y, posteriormente, por arcaduces o cangilones exentos (ver figura 5b) adosados a la rueda en un solo lado o a ambos lados duplicando su número, pudiendo situarse junto a las paletas o equidistantes de las mismas. Los arcaduces tenían una inclinación adecuada al objeto de verter el agua sobre la canaleta de salida situada en la parte superior. Las maderas utilizadas en la construcción de las norias eran de encina o almez.

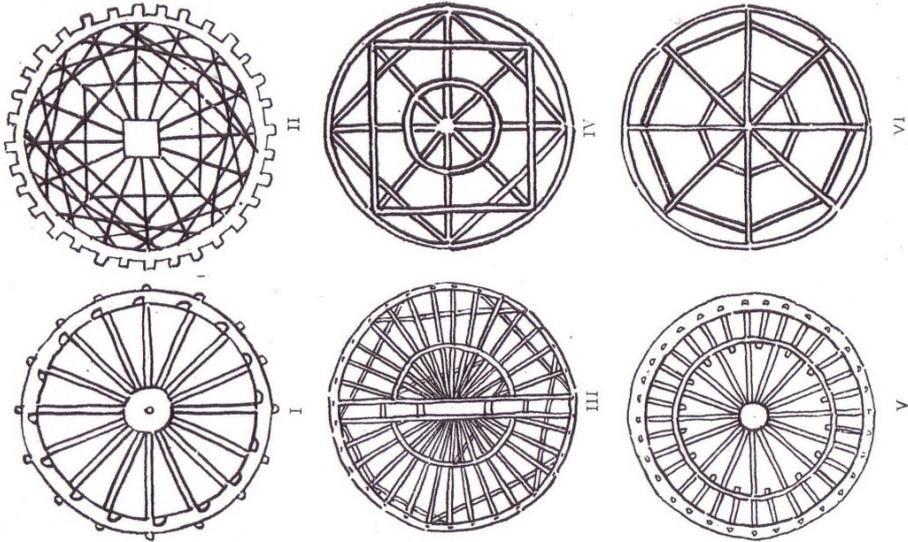


Figura 4. Formas geométricas de ruedas hidráulicas.

Fuente: Caro Baroja, 1983

Tal y como se observa en la figura 5b, los arcaduces presentan unas hendiduras producidas al tornearlos que sirven para atarlos a la rueda de la noria. Siguiendo las enseñanzas de Ibn al-Awam (siglos XII-XIII), a los arcaduces se les practica un agujero en su parte inferior con dos objetivos; por un lado, para que el aire pueda escapar cuando se llenan de agua evitando así su rotura, y, por otro lado, para vaciarlos cuando se pare la noria ya que el peso del agua dentro de los mismos podría deformar la rueda de madera (Argemí et al., 1995). Un estudio completo, analítico y tipológico, de los arcaduces puede encontrarse en Bazzana y Montmessin (2006).

Las norias de sangre, también denominadas norias de tiro o *saniyas*, tienen una mayor complejidad que las de corriente pues requieren conocer la transmisión de fuerzas a través de engranajes y de ahí que Caro Baroja (1983) las considere la verdadera invención de los árabes. Estos difunden la noria de sangre por occidente y realizaron los primeros estudios y desarrollos teóricos sobre estas máquinas. La *saniya* es el artilugio de elevación de agua más extendido en al-Andalus y en el resto del mundo islámico. Glick (1979) señala que la noria andalusí no está relacionada con la típica noria bereber del norte de África. Más bien tanto la propia noria como los cangilones están inspirados en el modelo sirio. A su vez, los

andalusíes introdujeron este tipo de noria en Marruecos, así como en las tierras cristianas a través de la migración de los agricultores mozárabes. Tal y como reflejó Losada (2004), los árabes aprovecharon las norias para ampliar el espacio hidráulico dominado por las corrientes (fluviales o acequias) en las que se sitúan.



[FIG. 21]



Figura 5. Cangilones de noria: a) Situación sobre la rueda (Fuente: Molina y Navarro, 2004); b) Pieza del Museo Arqueológico de Córdoba (siglos X-XI)

Ibn al-Awam (siglos XII-XIII), citando a otro escritor anterior de nombre Abu-el-Jair al-Isbili, describe algunas particularidades de la *saniya*: “Dice que cada dos varas de la maroma de la noria haya cinco arcaduces, y que cuantos más fueren los dientes en la rueda pequeña...vendrá a ser esta máquina más liviana y ligera, y lo mismo si el palo travesaño fuera largo; el cual no perjudica sea de treinta palmos. Que también se da fácil (curso a la maroma) doble con cortar del palo derecho lo que sobresale por encima del horado del travesaño; y lo mismo si las rodajas que llevan los arcaduces fueran de madera pesada...respecto a que así se logra aquel efecto. Dicen,

que para estorbar el encuentro de las gradas de la escalerilla con los arcaduces en el agua del pozo se haga a cada uno de estos en el fondo un pequeño agujero, con lo cual no ladeándose está libres de quebrarse unos con otros; los cuáles vaciándose al parar la maroma, por esta causa dura la misma mucho tiempo”.

Las norias de sangre se usan para la extracción de aguas de pozos, relativamente superficiales pues no superan los 10 m de profundidad. Dispone de dos ruedas unidas por un engranaje; una horizontal que es la que mueve un animal a través de un brazo de madera llamado mayal o almijara y otra vertical dentada que recibe el movimiento de la primera. La rueda vertical se sitúa dentro del pozo, cuya forma ya no es en este caso circular sino ovalada, y a ella se atan los arcaduces usando cuerdas o cadenas. El procedimiento de toma de agua por los cangilones es análogo al de las norias e, igualmente, al final se vacían sobre una canaleta (ver figura 6) (Roldán-Cañas, 2016).

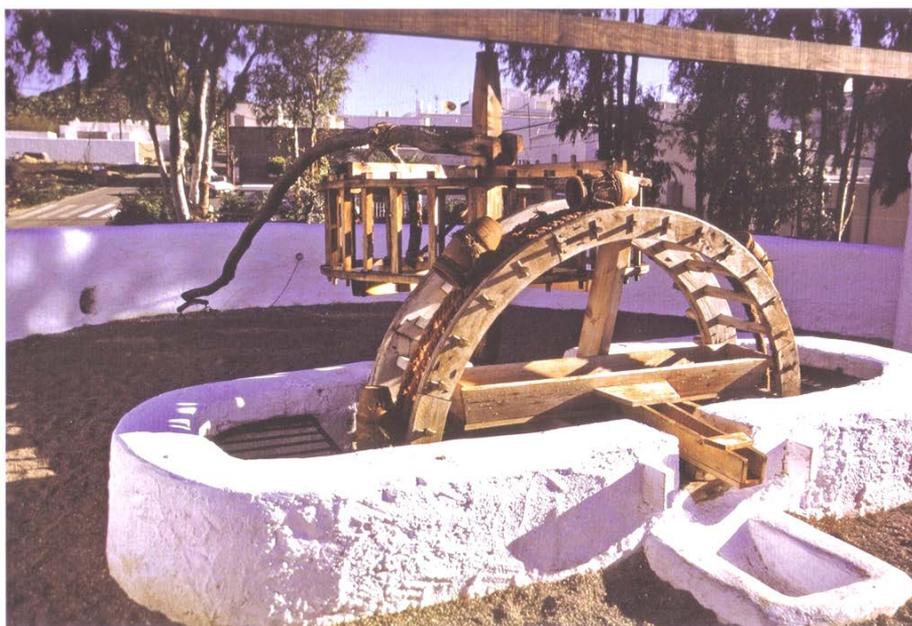


Figura 6. Noria de sangre en Cabo de Gata (Almería)

El agua para riego podía tener varias procedencias, de origen interno, pozos o manantiales, o externo, conducida hasta las fincas a través de aportes superficiales, acequias, o subterráneos. En cualquier caso, la ubicación de la captación, o de la entrada de agua, debe

hacerse en el punto más elevado de la parcela a regar, como ya se ha comentado en el caso de los pozos, para dominar todo el espacio hidráulico ya que el riego por superficie, entonces practicado, necesita de la energía gravitatoria para poderse aplicar salvo que se disponga de algún artilugio, como las norias, que transforme otro tipo de energía, hidráulica o animal, en energía potencial.

Entre las técnicas de captación de aguas subterráneas destaca el *qanat*: galería de escasa pendiente que drena el agua de un acuífero hacia el exterior sin que sean necesarios mecanismos de elevación (ver figura 7). La pendiente de la galería es inferior a la del nivel freático y a la de la superficie del terreno de modo que, por un lado, actúa como galería drenante y de conducción durante la primera parte de su recorrido y solo como de transporte en la segunda y, por otro lado, termina vertiendo al exterior generando una corriente superficial o acumulándose en una balsa preparada al efecto.

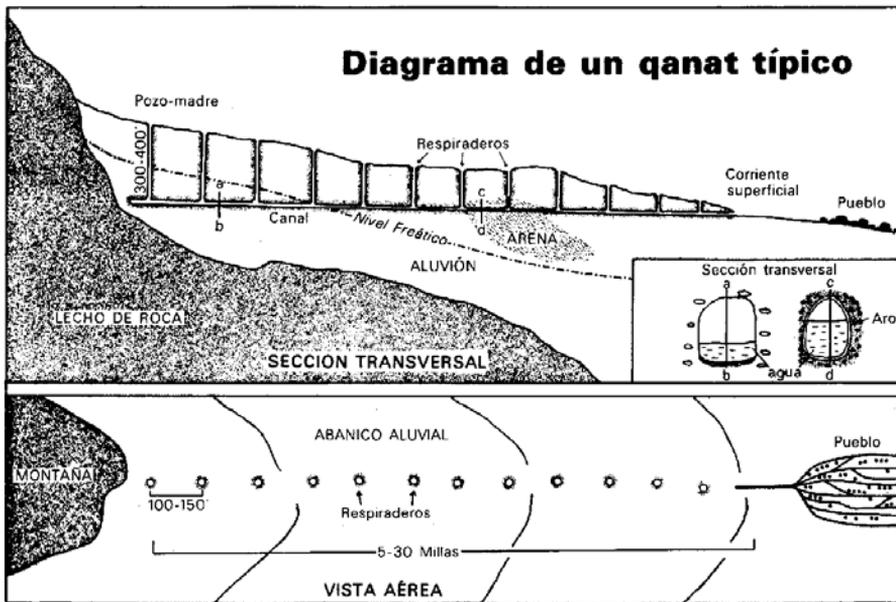


Figura 7. Diagrama de un *qanat* típico (Fuente: Glick, 1988)

Goblot (1979) define los *qanats* como una técnica de carácter minero, no de regadío, que consiste en explotar capas de aguas subterráneas (acuíferos) por medio de galerías drenantes, ya que las minas existían mucho antes de la aparición de los primeros *qanats*. La galería está conectada con la atmósfera a través de unos pozos o lumbreras, separados entre 5 y 20 m, que sirven para airear la

captación y para extraer los materiales derivados de la construcción de la galería. Alrededor de los pozos se construye un reborde para mantenerlos limpios. El primer pozo o pozo madre se utiliza para localizar el acuífero y, posteriormente, la galería se construye desde su punto de salida hasta el pozo madre (Argemí et al., 1995). Esto último lo distingue del término mina que, aunque también se trata de una galería que toma agua de un acuífero, se excava al revés y no suele tener pozos de ventilación.

Los *qanats* reciben diversos nombres locales lo que demuestra que ha sido una técnica muy usada principalmente en climas áridos y semiáridos: *foggara* en Argelia (Moussaoui, 2011); *jattara* en Marrakech (Navarro Palazón et al., 2014); *viajes de agua* en España (López Camacho et al., 2005); *karez*, del que deriva el término *qanat*, en el suroeste de Asia, (Cressey, 1958); *falaj* del tipo *Daudi* en Omán (Wilkinson, 2013).

El agua conducida mediante *jattaras* servía también para consumo humano siempre que se llevara mediante canalizaciones subterráneas estancas (*qadus*) construidos en mampostería o a base de atadores cerámicos que se ajustan entre sí con mortero de cal y aceite (Navarro-Palazón et al., 2014). En estas condiciones, el agua circula a baja presión, o presión ligeramente superior a la atmosférica, tal y como sucede en las redes de distribución de este tipo muy usadas para riego por superficie.

5.2. Obras de almacenamiento y regulación

Un elemento hidráulico bastante habitual en las campos y almunias son las albercas que actuaban como balsas de regulación. La diferencia entre el caudal demandado por la finca y el caudal aportado por las diferentes fuentes de agua, ambos muy marcados por la estacionalidad principalmente en climas áridos y semiáridos, obligaba a recurrir a su almacenamiento en grandes albercas que, igualmente, debían dominar la superficie regada. En el caso de alimentación por *qanats*, el uso de albercas es más necesario ya que el flujo de agua es más continuo que cuando se trata de suministro por acequias que toman el agua de corrientes superficiales con caudales estacionales y, por tanto, más variables. Actualmente, se hace lo mismo, pero a gran escala con los embalses que jalonan nuestros ríos: guardar agua durante las épocas lluviosas para liberarla durante el estiaje.

La función de las albercas era doble pues, además de para reserva de agua, servían para modular el caudal, es decir, permitían aplicar

mayores gastos que los proporcionados por la fuente origen. Este aspecto es particularmente importante en riego por inundación, donde los módulos son grandes para inundar el cantero con rapidez y conseguir mayor uniformidad en la aplicación del agua. En el caso de riego por escurrimiento, con el cantero en pendiente, el caudal debe adaptarse a la misma para no producir efectos indeseados como la erosión.

Navarro-Palazón et al. (2014) documentan la existencia de unas estructuras hidráulicas en las canalizaciones de largo recorrido como los *qadus* que se disponían a distancias regulares intercaladas en las redes de baja presión, cuando no existían derivaciones ni partidores, y que se denominan *maddas* (ver figura 8): “*con forma de pequeñas torres cúbicas, cuyo funcionamiento se basaba en el principio de los vasos comunicantes. Permitían conservar la presión y el nivel original del agua, haciéndola circular dentro de ellas por encima de la cota del terreno circundante, permitiéndole llegar más lejos*”.

En conductos a baja presión, como el que nos ocupa, las sobrepresiones deben ser disipadas para evitar la rotura de las conducciones. Cuando existen derivaciones cada cierta distancia, estas cumplen tal cometido. Sin embargo, en este caso se trata de conducciones de gran longitud diseñadas para transportar agua en largos trayectos y, por tanto, se hace necesario colocar estas arquetas cada cierto intervalo.



Figura 8. Madda/s pertenecientes a las jattaras 'Ayn Dar (A) y 'Ayn Zemzemia (B) (Navarro-Palazón et al., 2014)

Estas arquetas o *maddas* son, por tanto, chimeneas de equilibrio que rompen la columna de agua a presión transformándola en cota y que, nuevamente, se recupera como presión al volver a salir a través de otro conducto cerrado. La *madda* debe tener, por tanto, una cierta altura que, sin embargo, no tiene que ser muy grande pues el agua circula a presión ligeramente superior a la atmosférica como ya se ha dicho. Si se produjera una sobrepresión, la columna de agua se movería como una columna rígida, ya que a estas presiones el agua se comporta como incompresible, entre dos arquetas consecutivas dando lugar al fenómeno denominado de oscilación en masa que permite disipar dicho exceso de presión.

El uso de aljibes, palabra derivada de la árabe al-yubb (Pavón Maldonado, 1990), resulta fundamental como sistema de aprovisionamiento de las aguas traídas a la ciudad mediante *qanats*. Asimismo, en casas y mezquitas los aljibes recibían el agua que bajaba de los tejados mediante atanores o conductos de metal o barro cocido embebidos en los muros. Estos depósitos domésticos se ubicaban casi siempre bajo o junto a un estanque o alberca, al pie de la cual figuraba la boca o brocal de aquéllas. En el patio de la Mezquita de Córdoba existe un aljibe, el aljibe de Almanzor (ver figura 9), que recibía el agua de lluvia del propio pavimento del patio y de los tejados constituidos por canaletas diseñadas para evacuar rápidamente, y sin que se formen balsas de retención, el caudal de escorrentía generado (Roldán-Cañas et al., 2006).

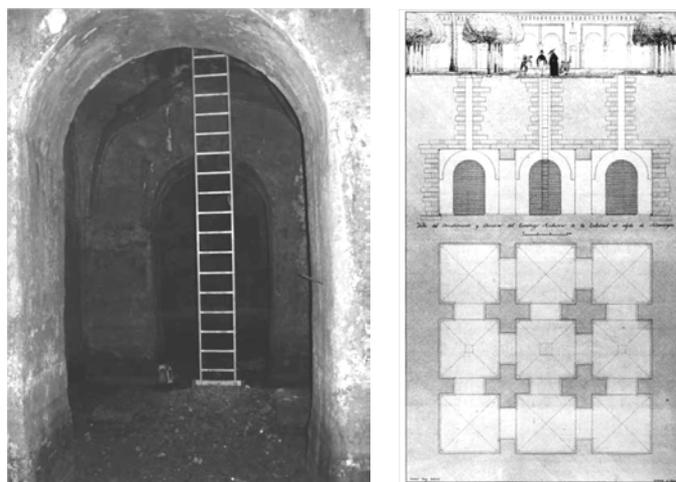


Figura 9. Aljibe de Almanzor: a) Nave central (Pizarro Berengena, 2014); b) Planta y sección del aljibe según G. Ruiz Cabrero (Nieto Cumplido, 1998)

5.3 Obras de aforo

La gran preocupación en el mundo árabe no era conocer la cantidad de agua circulante por una acequia, sino que el reparto de agua entre los regantes siguiera reglas de proporcionalidad: cada regante recibía el agua en proporción a la cantidad de tierra que poseía (Glick, 1988). No obstante, el total de agua repartido no era una cantidad fija por unidad de superficie, sino que variaba en relación al caudal del río. Si la cantidad disponible de agua era muy escasa, el regante no podía regar a voluntad sino siguiendo un turno (*tanda* o *dula*) preestablecido. La unidad de medida abstracta se denominaba *fila* (hila o hilo de agua) que representaba una parte de la cantidad total de agua en un río, fuente o acequia (Glick, 1988).

La *fila* es un número que indica la proporción del caudal total que puede tomar una acequia; si nos encontramos en época de abundancia de agua dicha cifra va de acuerdo a la capacidad de la acequia; si en época de escasez de acuerdo a un número de horas equivalente y proporcionado. Según Glick (1988), los valores tradicionales de filas de agua están expresados en múltiplos de doce y, normalmente, una *fila* es el equivalente a una hora de agua.

También existían dispositivos para medir el agua entre los que se encuentra el agujero, o módulo partidor, practicado en una piedra que, según sus dimensiones, dejaba pasar un número fijado de hilas de agua que representaba una parte de la cantidad total de agua circulante por la acequia, quedando el resto para los regantes situados aguas arriba del mismo. La repartición proporcional del agua desde una acequia a otras dos se hace con un partidor (obra destinada a repartir, por medio de compuertas en diferentes conductos, las aguas que corren por un cauce) que divide el flujo entrante en dos corrientes salientes exactamente iguales. Por esta razón, los partidores debían ser exactamente diseñados, nivelados y contruidos (Roldán-Cañas y Moreno-Pérez, 2010).

En el norte de África, en Argelia fundamentalmente, la medición del agua que circula por una acequia se hace usando una *hallafa* o *shaqfa* que consiste en una placa de cobre rectangular con una serie de agujeros de diferentes diámetros que representan unidades de medida (ver figura 10) (Moussaoui, 2011).

La operación de medida requiere cavar una pileta de 50 x 50 cm paralela a la acequia hacia donde se desvía el agua de esta. En ella se coloca una *shaqfa* de una longitud igual a la de la pileta y se taponan con arcilla los agujeros. Posteriormente, se destapan algunos agujeros

hasta conseguir que el nivel del agua, aguas arriba y aguas abajo de la placa, sea el mismo. En ese momento, se anula el efecto barrera de la *shaqfa* y el agua circula libremente como si no existiera la misma. El caudal se obtendrá contando los agujeros descubiertos y sumando sus valores respectivos (Moussaoui, 2011). Este sistema de cálculo, de apariencia esotérica, tiene sus especialistas (el *kiyyal al-ma*) y se transmite de forma secreta. En la parte inferior de la pileta se practica una abertura a través de la cual el agua derivada vuelve a la acequia.

El procedimiento no tiene en cuenta la pérdida de carga que sufre el agua al pasar a través de los orificios que exigiría, para una correcta medida, que el nivel del agua aguas abajo fuera ligeramente inferior al de aguas arriba. Sin embargo, el error es relativamente pequeño y el modo de cálculo es, hidráulicamente, bastante aproximado (Roldán-Cañas, 2014).



Figura 10. *Hallafa* y *kiyyal al-ma* (Buda, Adrar) (Fuente: Moussaoui, 2011)

5.4 Redes de distribución y avenamiento

La red de distribución de agua para riego está formada por acequias primarias y secundarias o hijuelas (ver figura 1). De ellas se alimentan otros canales que conducen el agua hasta los campos de riego. Entre ellos cabe distinguir los brazales, cuando reparten el agua entre varias parcelas tomando el agua o de la acequia principal o de la hijuela, y las regaderas, que llevan el agua a un solo cantero partiendo de un brazal.

Argemí et al. (1995) exponen que para la construcción de las acequias se empleaba una base de piedras unidas con mortero con una cobertura impermeabilizante hecha de cal hidráulica con fragmentos de material cerámico cocido para evitar pérdidas de agua por filtración.

Las acequias principales contenían obras hidráulicas de gran interés como las arquetas de reparto de agua y de conexión entre varias acequias, o decantadores que, mediante el ensanchamiento de la acequia, y consecuente reducción de la velocidad del agua, permitían el depósito de materiales en suspensión antes de la entrada del agua a las albercas impidiendo, de esta forma, su aterramiento: *“Unos 450 m antes de llegar a la alberca y durante un recorrido de aproximadamente 300 m, la acequia se convierte en una sucesión de decantadores que permiten eliminar parte de los lodos en suspensión”* (Navarro-Palazón et al., 2014).

De la red terciaria de distribución de agua no se pueden conservar grandes vestigios ya que mayoría de las acequias se construían en tierra, aunque tanto su trazado como su funcionamiento se ha mantenido sin cambios durante siglos e, incluso, ha llegado tal cual hasta nuestros días. Además, existen trabajos arqueológicos que proporcionan información directa, como los de Navarro-Palazón et al. (2013), que han estudiado una finca real situada al sur de Marrakech, el Agdal, que, fundada en época almohade, ha sido cultivada casi ininterrumpidamente desde entonces. Según estos autores *“la configuración del espacio interior del Agdal muestra una ordenación rigurosamente geométrica organizada en torno a un eje director, orientado aproximadamente de norte a sur y coincidente con la pendiente del terreno. A partir de él se organiza una trama ortogonal que divide la superficie en parcelas, y éstas a su vez en cuadros de cultivo cuadrangulares cuyos límites vienen marcados por la red de caminos, en cuyos linderos se plantan hileras de olivos”*.

El paso de la acequia principal hacia otras acequias o hacia los campos de riego se hace frecuentemente a través de partidores que utilizan desde compuertas de madera hasta la propia tierra para contener el agua y que el agricultor abre o cierra según lo necesita (Navarro-Palazón et al., 2014).

También eran importantes los sistemas de avenamiento o drenaje de aguas sobrantes que sanean los terrenos pues impiden su encharcamiento. Este exceso de agua era, en ocasiones, reutilizada de nuevo en el riego. La red de desagües estaba formada por los siguientes elementos: escorrederos, que reciben el agua de uno o dos

regantes; azarbetas, cuando la recogen de tres o más regantes o de los escorrederos; y azarbes que la reciben de los escorrederos o de las azarbetas (al-Mudayna, 1991).

5.5 Administración del agua de riego

Glick (1988) escribe que hay dos tipos de oficiales conocidos en el regadío andalusí, de un lado, el de mayor rango o *sāhih al-sāqiya*, y, de otro lado, un funcionario menor o *amīn al-mā*. Del nombre del primero de ellos derivan las palabras çabacequia, çabacequier o sobrecequero. Los funcionarios denominados *sāhih* realizaban funciones municipales que no estaban previstas en la ley islámica (vigilancia de mercados, policía ciudadana, policía para asegurar el cumplimiento de las normas relativas al uso del agua, por ejemplo). Este cargo tenía capacidad para juzgar las infracciones a las normas de reparto de agua. Evidentemente, no debía ser elegido por la comunidad de regantes sino por el gobernador. En la ciudad de Granada, sin embargo, el acequero (mencionado en las ordenanzas de aguas de la ciudad de Granada de principios del siglo XVI, pero con evidente origen árabe) tenía jurisdicción sobre molinos y batanes.

Cherif Jah y López Gómez (1994) comentan que el *sāhih al-sāqiya* emitía sentencias verbales, como ocurre con todo el procedimiento de administración de justicia islámica, y, al tratarse de un oficial de origen urbano, no podía ejercer su vigilancia más allá de la acequia principal, quedando la organización del regadío en las acequias secundarias bajo la jurisdicción de las diferentes organizaciones tribales. En ocasiones existía un personaje diferente de la administración de al-Andalus especializado en juicios relativos a las aguas, el denominado *qādi al-miyab* o alcalde del agua.

El *amīn al-mā* cuyo significado es el de guardián digno de crédito, y que en tiempos cristianos fue denominado con el arabismo *alamí* o *alamín* (según se trate de valenciano o castellano) o incluso con el apelativo más literal de *fiel de agua* (Elche), tenía exclusivamente funciones administrativas sin competencia para juzgar. Este oficial se le relaciona con la distribución de las aguas y la dirección de los turnos, así como con los sistemas en los que la venta del agua complicaba su reparto debiendo asegurar entonces el orden de los turnos y vigilar las transacciones de agua.

Aunque hay escasez de textos árabes dedicados a esta temática, han llegado hasta nosotros, sin embargo, algunos documentos cristianos fechados pocos años después de la conquista de ciertas ciudades como

Valencia que nos hacen suponer que similares normativas y regulaciones debían existir en época árabe. Este es el caso del Real Privilegio de Jaime I en el que ordena que los acequeros limpien las acequias, hagan que los regantes las reparen, impidan que los usuarios no devuelvan el agua sobrante a las mismas, etc. También establece que los regantes vigilen a su vez al acequero y lo denuncien a los jurados de agua si no cumplen su labor.

Giner Boira (1997) cita un pergamino que recoge la sentencia sobre un pleito de aguas entre las arquerías de Cárze y Torox, próximas a Sagunto, que ya llevaba 20 años de litigio y que está fechado en 1223, quince años antes de la conquista de Valencia por Jaime I. La solución dada por el juez de aguas, y que solventa el pleito, está relacionada con el dispositivo usado para medir el agua, un agujero en una piedra, que manda reemplazar dado su grado de deterioro que le impide cumplir la misión para la que fue construido.

Además de lo anterior, la ley islámica señala que los canales de riego son propiedad de la comunidad de usuarios que los establecieron, de modo que solo la comunidad regula los asuntos de la acequia y tiene derecho a usar su agua, normas que se siguen manteniendo en nuestras actuales Comunidades de Regantes. Los regantes establecen sus turnos, pero ninguno puede construir un molino o un puente sin la autorización de todos los demás. El Profeta impone el orden de riego de las tierras en dirección descendente con la limitación de que en las primeras la cantidad de agua usada no debe superar la altura de los tobillos. También rebaja los impuestos a la mitad para las tierras que deban ser regadas mediante extracción de agua (Vidal Castro, 1995).

6. El riego en las almunias

6.1. El espacio agrícola y el espacio regado

Los espacios agrícolas cultivados, regados o no regados, en al-Andalus han sido bien caracterizados por García Sánchez (1996). De ellos tiene especial interés las fincas cercadas, mitad de recreo mitad de producción, situadas en las periferias urbanas llamadas almunias. García Gómez (1965) definió la almunia como *una casa de campo, rodeada de un poco o de mucho jardín y de tierras de labor que servía de residencia ocasional y era, al mismo tiempo, finca de recreo y explotación*. A consecuencia de su diversidad de funciones, múltiples términos han sido usados para denominarlas como, por ejemplo, *qaşr*,

dār, *bustān*, *ŷanna* o *ŷenān*. Para la Córdoba omeya fue muy habitual el término *munya*, de ahí la denominación de almunia que se usa en este texto.

Siguiendo nuevamente a García Sánchez (1996), *munya* es usado muchas veces como sinónimo de *bustān*, término representativo de un huerto (derivado del latín *hortus*, terreno de corta extensión, generalmente cercado, en que se plantan verduras, legumbres y a veces árboles frutales) por contraposición al vocablo *ŷanna* o jardín (terreno donde se cultivan plantas con fines ornamentales), aunque en una almunia se daban frecuentemente ambas funciones.

Queda claro, pues, que, dada la definición de huerto, en la almunia existía una explotación agrícola y, necesariamente, regada pues las hortalizas y los árboles frutales requieren de una aplicación suplementaria de agua mediante riego en nuestras condiciones climáticas. A mayor abundamiento, también podría entenderse que se trataba de una huerta (derivado de huerto: 1. Terreno de mayor extensión que el huerto, destinado al cultivo de legumbres y árboles frutales. 2. Tierra de regadío, según el diccionario de la Lengua Española). En este caso, hay una segunda acepción que nos liga huerta y regadío, aunque ahora no se exige que el terreno estuviera cercado, condición inherente a nuestras fincas periurbanas. En cualquier caso, un término, huerta, deriva del otro, huerto.

El espacio regado se conformaba en canteros perfectamente explanados donde el agua se aplicaba ya sea a manta ya sea a través de surcos, más útiles para cultivos leñosos plantados en línea. La explanación, entendida como dar al terreno la nivelación o el declive que se desea, debía ser muy cuidadosa para conseguir que el agua alcanzara todos los puntos de la parcela por igual o para evitar erosión en el caso de terrenos con pendiente. En el caso de riegos por inundación, o a manta, los tablares o canteros quedaban cercados por caballones y el agua se dejaba durmiente sobre el suelo hasta su completa infiltración.

Indudablemente, también existían otras partes de las fincas de las almunias dedicadas a cultivos poco exigentes en agua como los olivos, tradicionalmente de secano, aunque desde finales del siglo XX se ha generalizado su puesta en riego mediante la aplicación de pequeñas cantidades de agua que garantizan su producción anual.

6.2 Las almunias cordobesas

La situación geográfica de la ciudad de Córdoba ha sido la principal causa del asentamiento de sucesivos pueblos y civilizaciones al quedar encajonada entre Sierra Morena y el río Guadalquivir.

Desde un punto de vista meteorológico, el régimen de precipitación en el valle del Guadalquivir está fuertemente condicionado por la distancia al Océano Atlántico, así como por el relieve de la zona. Las borrascas atlánticas penetran por dicho valle, abierto al Suroeste desde el Océano, ayudadas por vientos provenientes del O y del SO, que al encontrarse con barreras montañosas hacen que se produzcan descargas en forma de precipitación. El efecto combinado del ascenso de las nubes por el valle y de su progresivo estrechamiento configuran su régimen de lluvias (Moreno-Pérez et al., 2014). En el caso particular de la ciudad de Córdoba, se da, además, el hecho de que se encuentra en el punto más estrecho del valle por lo que su pluviosidad media supera a la de otros lugares de la cuenca.

Desde un punto de vista hidrológico, las nubes que alcanzan Córdoba se ven obligadas a ascender por la sierra a la par que incrementan la lluvia descargada. De este modo, la diferencia entre la precipitación media anual entre Córdoba y Santa María de Trassierra, pedanía situada a 15 km, pero a una cota 350 m superior, es de unos 200 mm. La mayor abundancia de agua sirve para alimentar los acuíferos, acuíferos libres por fisuración y acuíferos libres aluviales, ya sea por filtración directa como escurriendo por las vertientes hacia la vega del Guadalquivir. En el primer caso, la falda de la sierra se constituye en el lugar idóneo para ubicar los pozos madre origen de múltiples *qanats* que llevaban agua a las almunias, al alcázar y a la mezquita. En el segundo caso, se alimentaban los acuíferos aluviales de donde se captaba el agua para las viviendas mediante pozos ubicados en los patios ya que el nivel freático se situaba a pocos metros de profundidad (Pizarro Berengena, 2014). Las almunias cordobesas garantizaban la explotación agrícola y ganadera del territorio y, consecuentemente, el abastecimiento de sus habitantes.

Aunque el abastecimiento de agua de las almunias ha sido arqueológicamente determinado en los últimos tiempos, no se puede decir lo mismo de los sistemas y métodos de riego usadas dada su fragilidad y escasa durabilidad al no poseer estructuras permanentes. Se tiene constancia de su existencia pues como señala López Ontiveros (1970) tras la toma de la ciudad en 1236 se encontró que

estaba rodeada de huertos, viñas y olivares y algunas de las que fueron objeto de repartimiento, muy próximas a sus murallas, ya contaban con caños para su riego.

En los alrededores de Córdoba se han encontrado muchos canales que formaban parte de la infraestructura hidráulica de las numerosas huertas, jardines y almunias existentes. Éstas, en algunos casos, se regaban con norias o pozos, pero también se sirvieron de acequias o canales, y combinaron ambos sistemas en más de una ocasión. También se usaron *qanats* para abastecer las almunias propiedad de emires y califas como *al-Rusafa* y *al-Nā'ūrah*, cuyas aguas, aunque eran destinadas parcialmente al área residencial, estaban fundamentalmente reservadas para ampliar la superficie regada y mejorar el rendimiento agrícola (Pizarro Berengena, 2014).

La almunia más antigua, *al-Rusafa*, fue construida por *Abd al-Raḥmān I* al oeste de Córdoba. Para el riego de huertas y jardines se usaron técnicas importadas de Siria, aunque el sistema hidráulico estaba integrado por diversas estructuras de origen romano demostrándose la continuidad de las redes hidráulicas romanas e islámicas, ya observada en otras conducciones de la ciudad, y que se prolongó en época cristiana. Frochoso (2011), citando a Ibn Hayyan, nos dice que Abd al Raman desvió una corriente de agua dulce con la que regó los preciosos árboles que plantó en ella. Pizarro Berengena (2014) sostiene que, del manantial del Cañito Bazán, de caudal escaso como indica su nombre, partían dos ramales que podrían abastecer al Tablero Alto y a la propia *al-Rusafa*.

Otra almunia propiedad de los Omeyas fue *al-Nā'ūrah*. Esta almunia fue construida en tiempos del emir *Adb Allāh* (888 – 912) y fue la residencia favorita de *Abd al-Raḥmān III*. Su nombre derivaba de la noria situada en el Guadalquivir que se usaba para regar sus campos. Su emplazamiento se ha situado en el vado de Casillas hacia donde también se dirigía el acueducto romano de la huerta de Santa Isabel que conducía agua a presión, es decir, seguramente este *qanat* reutilizó parte de esta infraestructura más antigua pues el punto de partida y el de llegada de ambas conducciones era el mismo.

Arjona et al. (1998), citando a al-Maqqari', nos dice que Abd al-Raḥmān III perfeccionó o acabó la construcción de la cañería (*qanat*) de extraordinaria ingeniería, la cual llevó agua dulce desde la Sierra hasta el alcázar de Dar al- Na'ura en la parte occidental de la ciudad. El acueducto era una maravilla de la técnica de la ingeniería y por su interior de arcos abovedados con maravillosa disposición el agua

corría hasta una gran alberca sobre el que había un león de maravillosa y terrible figura como nadie ha visto otra en ningún reino. Estaba cubierto de oro, y sus ojos eran piedras preciosas de gran brillo. El agua penetraba por el trasero del león y se derramaba por su boca en la alberca. Su aspecto terrible causaba admiración a quien le miraba: de sus babas se regaban los jardines y huertas de este alcázar en toda su extensión y se repartía por sus patios, vertiendo el sobrante en el río grande.

Al oeste de *Madīnat al-Zahrā'* se encuentra la almunia denominada *al-Rummaniyya* que es la única de la que se han identificado unos restos materiales que coinciden con lo citado en las fuentes (López Cuevas, 2013). Cuenta con una gran alberca con unas dimensiones de 50 por 30 m y una profundidad de 4 m (Arnold et al., 2008) que domina tres grandes terrazas irrigadas (ver figura 11) cuya reproducción volumétrica se muestra en la figura 12. De este modo, la alberca abastece por gravedad el espacio hidráulico de las terrazas que son regadas por inundación. Habitualmente, este sistema de terrazas en cascada, bien niveladas, funciona del siguiente modo: el agua se vierte a la primera terraza donde se va embalsando hasta que el agua alcanza una determinada altura sobre el terreno. En ese momento, vierte a través de un rebosadero o sangrador a la segunda terraza donde se repite el proceso, y así sucesivamente.

Arnold et al. (2008) indican que han encontrado entre la terraza inferior y la intermedia, y a nivel de la base del muro, unos orificios de 15-18 cm de ancho y a una distancia de 8,5 m que identifican como rebosaderos, aunque, en mi opinión, serían más bien aliviaderos pues el agua que pasa a su través no lo hace vertiendo. Estos mismos autores indican que es posible que las aguas de dichos aliviaderos alimentaran unos canales de riego dispuestos en paralelo pues, al pie del muro, han encontrado restos de un canal, de 22 cm de ancho y 14,5 cm de profundidad, que discurría de este a oeste, es decir, siguiendo más o menos las curvas de nivel lo que le permite tener una pendiente de solo el 0,3% (ver figura 11), y que desembocaba en otra alberca también conectada con la alberca principal.

El origen del agua que se suministraba a la alberca era diverso: el cauce de un arroyo, captación de aguas subterráneas, dos manantiales existentes en las proximidades, e, incluso, una canalización que conducía el agua desde las cercanas montañas.

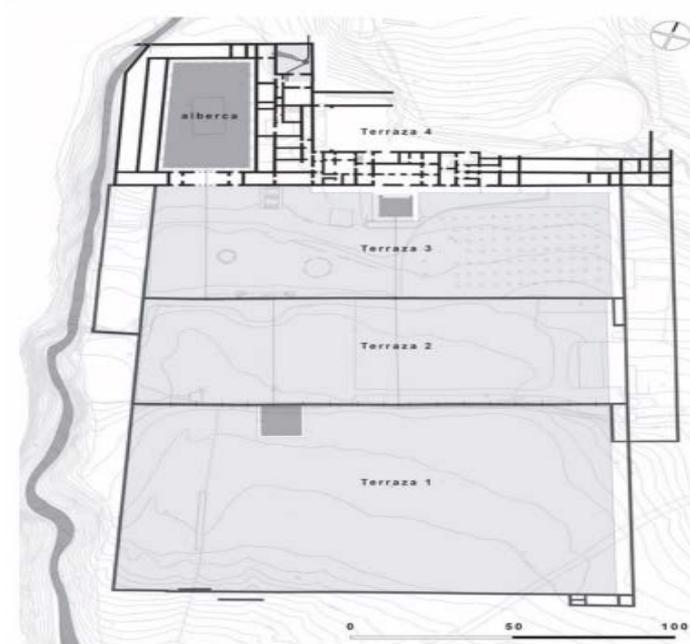


Figura 11. Plano de *al-Rummaniyya* (Arnold et al., 2008)

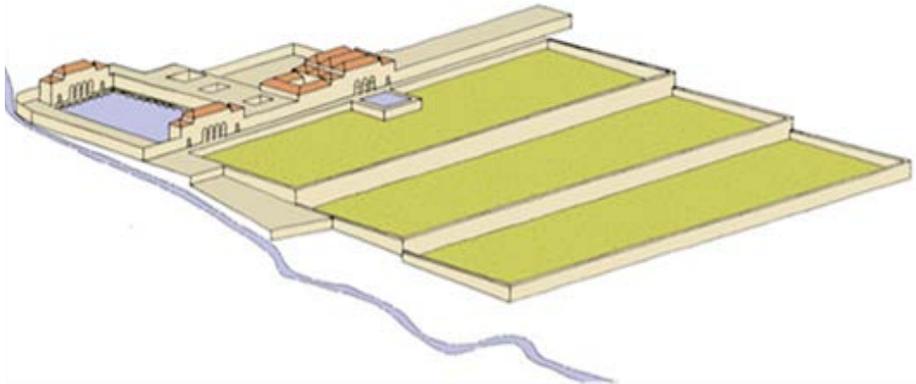


Figura 12. Restitución volumétrica de *al-Rummaniyya* (Arnold et al., 2008)

Un ejemplo que aún está vivo es el riego de los jardines de *Madīnat al-Zahrā'* de donde se pueden sacar conclusiones sobre los riegos usados en las almunias. El agua se conducía hasta las acequias y albercas situadas en los denominados jardines Alto y Bajo cuya superficie superaba las 3,5 ha. Las cuatro albercas del jardín Alto tienen una capacidad de almacenamiento que ronda el millón de litros (Vallejo, 2002). El agua para el riego de los jardines tenía una doble procedencia: del circuito hidráulico doméstico que, en su parte final, los abastecía y de las albercas, cuya posición más elevada le permitía dominar el espacio hidráulico que forman las acequias que contornean los jardines y cuyo desagüe se comunicaba directamente con las mismas.

Las acequias tienen sección rectangular y dimensiones variables, aunque las más frecuentes son las de (25 x 35) cm. y las de (30 x 40) cm. Su pendiente, también variable, sigue, obviamente, la del jardín y oscila entre el 1 y el 6%, valores algo elevados para poder manejar adecuadamente el riego por escurrimiento que se practicaba.

La entrada de agua a los parterres se hacía mediante unas aberturas realizadas en la pared de la acequia situadas aguas arriba de unos arquillos o partidores horadados de sillería, perpendiculares a la corriente, e interpuestos en los tramos de acequia. La función de estos arquillos era doble: por un lado, permitían el paso del agua al jardín por las aberturas mencionadas cuando eran taponados; por otro lado, disminuían la velocidad del agua en las acequias dado que eran un obstáculo al paso de la corriente, de ahí que se instalaran en los tramos de mayor pendiente.

7. El abastecimiento de agua en la *Qurtuba* islámica

Tras la tesis doctoral de Pizarro Berengena (2014), codirigida por mí junto al profesor Desiderio Vaquerizo, ha quedado demostrada la continuidad y reutilización de las conducciones hidráulicas de la ciudad de Córdoba desde su fundación, en el siglo II a.C., hasta mediados del siglo XX, coincidente con la construcción del embalse del Guadalmellato del que aún se abastece la población cordobesa.

En época islámica, se promovió la construcción de conducciones para llevar el agua a mezquitas y alcázares no existiendo un sistema público de abastecimiento ni de fuentes ni de casas que tuvieron que usar pozos para su suministro. Se restauraron conducciones romanas como, por ejemplo, el acueducto *Aqua Augusta Vetus* (acueducto de

Valdepuentes), que se rehabilitó totalmente y pasó a servir a la ciudad de *Madinat al-Zahra* conservándose en buen estado el tramo situado aguas arriba de la ciudad palatina y el acueducto del *Vicus* Occidental (cuyos restos se pueden observar en la Estación de Autobuses) que se prolongó y aumentó de caudal pasando a ser un *qanat* para alimentar a la Mezquita aljama o *qanat* de las Aguas de la Fábrica de la Catedral.

Pero estos acueductos estaban muy deteriorados y en desuso por lo que la propia Pizarro Berengena (2014) señala que la mayoría de las conducciones realizadas en época islámica fueron nuevas y se corresponden con lo que ella denomina *qanawāt* o *qanat*, realizados con técnicas muy heterogéneas pero que han pervivido al paso del tiempo mejor que los acueductos romanos y han sido la base del abastecimiento a Córdoba en épocas posteriores, principalmente hasta el siglo XVI. A partir de la conquista cristiana en 1236, la Iglesia se fue adueñando de las conducciones de agua heredadas y de la distribución de agua en la ciudad principalmente la que conducía a la Catedral y a las propiedades eclesiásticas.

En los textos de los agrónomos andalusíes, Ibn Bassāl (s. XI), al-Tignarī (s. XI-XII), Ibn al-Awam (s. XII-XIII), Ibn Jaldun (s. XIV) o Ibn Luyūn (s. XIII-XIV) no hay apenas referencias a grandes obras de ingeniería hidráulica. Solo Ibn al-Awam comenta aspectos para construir *qanats* dedicados a llevar agua para riego.

Según Pizarro Berengena (2014) solo se conoce un compendio sobre técnicas de construcción de *qanawāt* o *qanāt*: el Tratado de Explotación de Aguas Subterráneas (*Kitāb Inbāt a-Miyāh al-Kahfiyya*) de al-Karajī, redactado en Ispahan hacia 1017. Aunque este texto no es andalusí y, además, es posterior a la realización de los *qanats* cordobeses, las técnicas de construcción son similares en ambos casos pues tienen un origen común: el mundo clásico y el mundo oriental, en concreto el libro sobre *la Conducción de las Aguas* de Filón de Bizancio y del *Tratado de las Aguas de la Agricultura Nabatea*, *al-Filāḥa al-Nabaṭiyya*, que Ibn Waḥṣiyya tradujo al árabe a principios del siglo X (Goblot, 1979).

Los *qanats* cordobeses nacen en el piedemonte de Sierra Morena a partir de manantiales con caudales mucho menos estacionales que el de los arroyos que bajan desde la sierra, razón por la cual era preferida su explotación, aunque, en algún caso, ello implicaba el uso de infraestructuras de épocas anteriores.

Los *qanats* más importantes de época islámica, cuya traza ha sido reconstruida por Pizarro Berengena (2014), llevaban el agua a la

residencia de emires y califas, es decir, al Alcázar, a la almunia de *al-Nā'ūra* y a la mezquita aljama.

El *qanat* denominado *Aguas de la Huerta del Alcázar* nace en la sierra y corre junto al paramento oeste de la muralla de la Medina. En su recorrido atravesaría la Huerta de la Reina (ver figura 13) y discurriría desde la Puerta Gallegos hasta la Casa de las Pavas donde se pesaban las aguas, terminando en un depósito al pie de la torre del homenaje del Alcázar. Esta canalización, aunque circulaba muy superficialmente, disponía de lumbreras, tres de las cuales fueron localizadas en excavaciones realizadas en el Paseo de la Victoria en 1993 y 2005 (Pizarro Berengena, 2014).

El *qanat* de la aljama o *Aguas de la Fábrica de la Catedral* construido por *al-Hakam II* se corresponde con la canalización encontrada en la estación de autobuses, que sustituye al acueducto romano ya muy estropeado en el siglo X, y que surtía las fuentes y los pabellones de abluciones de la mezquita. Estas aguas también procedían de un manantial situado en el piedemonte de la sierra cordobesa en terrenos de la Albaida por debajo del convento de la Arrizafa y terminaban en una alcubilla que debía estar frente a la Puerta del Perdón. Se han encontrado restos durante su recorrido en la calle Hernán Ruiz (edificio acueducto residencial, ver figura 14).



Figura 13. *Qanat* del Alcázar en la calle Sebastián de Benalcázar (Suárez et al., 2006)



Figura 14. *Qanat* de la aljama (edificio “acueducto residencial”) (Pizarro Berengena, 2014)

Como ya se ha comentado, el aprovisionamiento de agua a las casas se hizo mediante pozos gracias a la existencia de un acuífero subálveo muy superficial. Vázquez Navajas (2013) nos dice que las excavaciones arqueológicas en el arrabal occidental de Córdoba han documentado la existencia de pozos en el 51% de las casas en una de las manzanas estudiadas, aunque seguramente había en todas las viviendas. También documenta la existencia de pozos negros o ciegos en todos los domicilios. La evacuación de aguas residuales de las casas y de las aguas pluviales se hacía a través de atarjeas que las conducían a complejas redes de canales. No obstante, resulta curiosa la coexistencia de pozos de agua y de pozos negros en la misma vivienda y muy próximos. Aunque no lo he encontrado documentado, la contaminación de los primeros por los segundos se debería evitar excavando estos últimos a mayor profundidad.

8. Epílogo

La escasez de agua en la civilización islámica primigenia marcó su cultura, su religión y su forma de vida otorgando a esta sustancia un papel central en su cosmogonía. En su expansión, el Islam trasladó e

incorporó a los territorios ocupados su preocupación por el agua de modo que influyó sobre su historia, sus costumbres e, incluso, su lenguaje. En este sentido, existe una abundante y rica terminología en árabe para designar los ambientes relacionados con el agua que, a su vez, se trasladó a las lenguas romances de modo que, de las palabras de origen árabe que figuran actualmente en el idioma castellano, alrededor del 30%, muchas de ellas están vinculadas con el agua como, por ejemplo, las relativas tanto a ríos y arroyos como a múltiples elementos relacionados con los sistemas hidráulicos: suministro, distribución, canalizaciones, usos, riego, propiedad, saneamiento y administración.

La situación geográfica de Córdoba, tendida entre las orillas de un gran río, Betis o Guadalquivir, y las faldas de Sierra Morena y muy próxima a ambos, junto con su riqueza en agua, no ya por el propio río en si sino por las venas de agua que la surcan desde la sierra hasta el río, tanto sobre como bajo el suelo, han sido factores primordiales de la ocupación humana de su territorio desde tiempos inmemoriales, adquiriendo por ello la categoría de capital bajo los grandes imperios romano y musulmán.

El binomio agua-nuevos cultivos derivó hacia la intensificación de los regadíos y hacia una gran organización social de los agricultores que se ha heredado a través de los siglos hasta llegar hasta nuestras actuales comunidades de regantes. Sin embargo, queda por investigar la ausencia de grandes extensiones de regadío de origen islámico en el valle del Guadalquivir, al estilo de las existentes en las vegas del Júcar y del Segura en la región levantina.

9. Bibliografía

- Albarracín J.; Martínez, J. 1989. El agua y el riego en la poesía árabe andalusí (siglo XI). (Hidrónimos conservados en la toponimia y en el habla de la Andalucía oriental). En: El Agua en zonas áridas. Arqueología e Historia. Almería, 95-120.
- Al-Mudayna. 1991. Historia de los regadíos en España (...a.C.-1931). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid
- Argemí, M.; Barceló, M.; Cressier, P.; Kirchner, H.; Navarro, C. 1995. Glosario de términos hidráulicos. En: A. Malpica (coord.). El agua en la agricultura de al-Andalus. El Legado Andalusi, Granada.
- Arjona, A. 1982. Anales de Córdoba musulmana (711-1008). Monte de Piedad y Caja de Ahorros, Córdoba.

- Arjona, A.; Ramírez, A.; Marfil, P. 1998. Los restos de la famosa almunia Dar ar-Nau'ra en el Cortijo del Alcaide y Huerta del Caño de María Ruiz excluidos del Plan especial de Madinat al-Zahra. *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, 135: 245-255.
- Arnold, F.; Canto García, A.J.; Vallejo Triano, A. 2008. La almunia de al-Rummaniyya. Resultados de una documentación arquitectónica. *Cuadernos de Madinat al-Zahra*, 6:181-204.
- Barceló, M. 1989. El diseño de espacios irrigados en al-Andalus: un enunciado de principios generales. I Coloquio de Historia y Medio Físico. El agua en zonas áridas: arqueología e historia. Almería, XV-XLVII
- Barceló, M. 1995. De la congruencia y la homogeneidad de los espacios hidráulicos en al-Andalus. En: El agua en la agricultura de al-Andalus, Ed. El Legado andalusí. Granada, 25-38.
- Bazzana, A. 1994. La pequeña hidráulica agrícola en al-Andalus. En: E. García Sánchez (Ed). Ciencias de la naturaleza en al-Andalus. Textos y estudios. III. C.S.I.C. Escuela de Estudios Árabes, 317-335
- Bazzana, A.; Montmessin. Y. 2006. "Nā'ūra et sāniya dans l'hydraulique agricole d'al-Andalus à la lumière des fouilles de 'Les Jovades' (Oliva, Valence)". En: P. Cressier (ed.). La maîtrise de l'eau en al-Andalus. Paysages, pratiques et techniques. Casa de Velázquez, Madrid, 209-287.
- Bermejo, J. M^a. 2002. El jardín hispanoárabe. Segovia, Artec Impresiones.
- Bolens, L. 1994. Agrónomos andaluces de la Edad Media. Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada. Granada, 292 p.
- Box Amorós, M. 1992. El regadío medieval en España: época árabe y conquista cristiana. En: A. Gil y A. Morales (coords), Hitos históricos de los regadíos españoles. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid, 49-89.
- Carabaza, J. M^a 1994. El agua en los tratados agronómicos andalusíes. *Anaquel de Estudios Árabes*. 5: 19-38
- Caro Baroja, J. 1983. Tecnología popular española. Madrid, Editora Nacional.
- Carrasco, A.I. 1996. La percepción del agua y los sistemas hidráulicos en la obra de al-Idrisi. *Actas del II Coloquio de Historia y Medio Físico. Agricultura y regadío en al-Andalus*. Almería, 57-65.
- Cherif Jah, A.; López Gómez, M. 1994. El enigma del agua en al-Andalus. Ministerios de Agricultura y de Obras Públicas, Madrid.

- Córdoba, R. 2004. “La noria de tiro en la Córdoba bajomedieval. Elementos y funciones”. En: S. Gómez Navarro (coord.). El agua a través de la historia. Estudios de Historia I., Asociación “Arte, Arqueología e Historia”, Córdoba, 79-96.
- Cressey, G.B. 1958. Qanats, karez and foggaras. *Geographical Review*, 48(1): 27-44.
- Epalza, M. de 1991. Espacios y funciones en la ciudad árabe. En: La ciudad islámica. Institución Fernando el Católico, Zaragoza, pp. 9-30.
- Foster, G.M. 1952. The Feixes of Ibiza. *Geographical Review*, 42(2): 227-237.
- Frochoso, R. 2011. Arqueología de la Arruzafa. Hallazgos y excavaciones. *Al-Mulk. Anuario de Estudios Arabistas*, 9: 22-46
- García Gómez, E. 1965. Notas sobre la topografía cordobesa en los “Anales de al-*Hakam* II” por Isa Razi. *Al-Andalus*, 30 (2): 319 - 379.
- García Sánchez, E. 1996. Cultivos y espacios agrícolas irrigados en al-Andalus. Actas del II Coloquio de Historia y Medio Físico. Agricultura y regadío en al-Andalus. Almería, 17-37
- Garijo, I. 1990. Usos medicinales del agua en al-Andalus: Ibn al-Baytâr. *Ciencias de la naturaleza en al-Andalus: textos y estudios*, 5: 89-120.
- Giner Boira, V. 1997. El Tribunal de las aguas de Valencia. Fundación Valencia III Milenio. Valencia.
- Giráldez, J.V.; Ayuso, J.L García-Guzmán, A.; López-Segura, J.G.; Roldán-Cañas, J. 1988. Water harvesting in the semiarid climate of southeastern Spain. *Agricultural Water Management*, 14: 252-263.
- Glick, T.F. 1988. Regadío y sociedad en la Valencia medieval. Valencia
- Glick, T.F. 1996. Riego y tecnología hidráulica en la España Islámica: consideraciones metodológicas. En: C. Álvarez de Morales (Ed). *Ciencias de la naturaleza en al-Andalus. Textos y estudios. IV. C.S.I.C. Escuela de Estudios Árabes*, 71-91.
- Goblot, H. 1979. Les qanats. Une technique d’acquisition de l’eau. *École des hautes études en sciences sociales. Mouton Editeur. Paris.*
- Hernández Juberías, J. 1996. La Península imaginaria. Mitos y leyendas sobre al-Andalus, Madrid, CSIC.
- Ibn al-Awam. (Siglo XII-XIII). El libro de agricultura de al-Awam. Edición y comentarios sobre la edición de Banqueri (siglo XVIII)

- por José Ignacio Cubero Salmerón. 2001. Empresa Pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero de Andalucía, Sevilla
- Ibn al-Jatib (Siglo XIV). Libro de la Higiene. Edición y traducción de M^a C. Vázquez de Benito, Salamanca, 1984.
- Ibn Hawqal, M. (Siglo X). Configuración del mundo; (fragmentos alusivos al Magreb y España). Traducción e índices por María José Romani Suay. Valencia [s.n.], 1971.
- López-Camacho, B.; Bustamante. I. de; Iglesias, J.A. 2005. El viaje de agua (qanat) de la Fuente Grande de Ocaña (Toledo): Pervivencia de una reliquia histórica. *Revista de Obras Públicas*, 3451: 43-54.
- López Cuevas, F. 2013. La almunia cordobesa, entre las fuentes historiográficas y arqueológicas. *Onoba*, 1:243-260.
- López Ontiveros, A. 1970. Evolución de los cultivos en la Campiña de Córdoba del siglo XIII al siglo XIX. *Papeles del Departamento de Geografía*, 2, Madrid, 9-77.
- Losada, A. 2004. Espacios hidráulicos en al-Andalus. II Simposio Internacional: Repensar al-Andalus a través del tiempo y el espacio: Agua y agricultura. Córdoba
- Losada, A. 2005. El riego. II. Fundamentos de su hidrología y de su práctica. Mundi-Prensa, Madrid, 261 p.
- Malpica, A.; Trillo San José, C. 2002. La hidráulica rural nazarí. Análisis de una agricultura irrigada de origen andalusí en: Asentamientos rurales y territorio en el Mediterráneo Medieval. Granada, Athos-Pergamos, 221-261.
- Malpica, A. 2010. La domesticación del agua en la montaña mediterránea: una larga historia. En: J.R. Guzmán Álvarez y R. Navarro Cerrillo (coords). El agua domesticada: los paisajes de los regadíos de montaña en Andalucía. Agencia del Medio Ambiente. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, 85-93.
- Manzano, E. 1986. El regadío en al-Andalus: Problemas en torno a su estudio. En: la España Medieval. Tomo V. Editorial de la Universidad Complutense, Madrid, 1-16.
- Martí, R. 1989. Oriente y occidente en las tradiciones hidráulicas medievales. I Coloquio de Historia y Medio Físico. El agua en zonas áridas: arqueología e historia. Almería, 421-440.
- Molina, M.A.; Navarro, S. 2004. Hidráulica menor. Aplicaciones didácticas. Región de Murcia y Ayuntamiento de Murcia, 52 p.
- Moreno-Pérez, M. F.; Woolhiser, D. A.; Roldán-Cañas, J. 2014. Effects of parameter perturbation on daily precipitation models in

- Southern Spain using the NAO index. *International Journal of Climatology*. 34, 2556-2572. DOI: 10.1002/joc.3858
- Moussaoui, A. 2011. El agua en el Sáhara, técnicas ancestrales y nuevas necesidades (Argelia). En Ayeb, H. (dir.). *El agua en el mundo árabe: percepciones globales y realidades locales*. Casa Árabe-IEAM, 237-257.
- Navarro-Palazón, J.; Garrido Carretero, F.; Torres Carbonell, J.M.; Triki, H. 2013. Agua, arquitectura y poder en una capital del Islam: la finca real del Agdal de Marrakech (ss. XII-XX). *Arqueología de la Arquitectura*, 10: e007. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/arbq.arqt.2013.014>
- Navarro-Palazón, J.; Garrido Carretero, F.; Torres Carbonell, J.M. 2014. El Agdal de Marrakech. Hidráulica y producción de una finca real (ss. XII-XX). PHICARIA. II Encuentros Internacionales del Mediterráneo. Uso y gestión de recursos naturales en medios semiáridos del ámbito mediterráneo, 54-115.
- Nieto Cumplido, M. 1998. *La Catedral de Córdoba*, Córdoba.
- Pavón Maldonado, B. 1990. *Tratado de arquitectura hispanomusulmana*. I. Agua. CSIC, Madrid, 561 p
- Poveda, A. 2000. Sistemas hidráulicos y organización campesina durante el período andalusí. En: *El agua en la Historia de España*. Publicaciones Universidad de Alicante, Salamanca, 19-46.
- Pizarro Berengena, G. 2014. El abastecimiento de agua a Córdoba. *Arqueología e historia*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, 403 p.
- Roldán-Cañas, J. 2014. El arte de aforar: del Nilómetro a la paja de agua cordobesa. *Boletín de la Real Academia de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba*, 163: 45 - 69.
- Roldán-Cañas, J. 2016. Molinos, norias y batanes en la península ibérica durante la Edad Media. *Boletín de la Real Academia de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba*, 165: 37-61.
- Roldán-Cañas, J.; Pérez Urrestarazu, L.; Moreno-Pérez, M. F. 2006. Canalones hidráulicos en los tejados de la Mezquita de Córdoba. *Al-Mulk, Anuario de Estudios Arabistas*, 6:59-67
- Roldán-Cañas, J. Moreno-Pérez, M.F.; del Pino García, J.L. 2007. El regadío sostenible en al-Andalus. *Al-Mulk, Anuario de Estudios Arabistas*, 7: 173-192.
- Roldán-Cañas, J.; Moreno-Pérez, M.F. 2010. Water engineering and management in al-Andalus. En: Cabrera, E. y Arregui, F. (eds.).

-
- Water engineering and management through time. Learning from history. CRC Press/Balkema. Leiden (Holanda), 117-130.
- Sáez, P. 1987. Agricultura romana de la Bética. Monografía del Departamento de Historia Antigua de la Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Suárez, J.A.; Piñero, J.M.; Salinas, J.M. 2006. Informe de A.A.P. C/ Sebastián de Benalcázar 3. Informe administrativo depositado en la Delegación Provincial de Cultura de Córdoba (inédito).
- Trillo San José, C. 2002. Regadío y estructura social en al-Andalus: la propiedad de la tierra y el derecho al agua en el reino nazarí. En: J. Pérez-Embú (Ed). La Andalucía Medieval. Actas "I Jornadas de Historia Rural y Medio Ambiente". Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 71-98.
- Trillo San José, C. 2006. El agua en al-Andalus: teoría y aplicación según la cultura islámica. Tecnología del Agua, 271: 85-93.
- Vallejo, A. 1991. El aprovechamiento del sistema de saneamiento en Madinat al-Zahra. Cuadernos de intervención en el patrimonio histórico. Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Delegación Provincial de Córdoba.
- Vallejo, A. 2002. Los usos del agua en el alcázar de Madīnat al-Zahrā. Patrimonio Histórico Hidráulico de la Cuenca del Guadalquivir, Madrid, 278-305.
- Vázquez Navajas, B. 2013. El agua en la Córdoba andalusí. Los sistemas hidráulicos de un sector del *Yanib al-Garbi* durante el Califato Omeya. Arqueología y Territorio Medieval, 20: 31-66
- Vázquez Navajas, B. 2018. Vivir en la Córdoba islámica: la etapa califal. En: D. Vaquerizo (coord.). Los barrios de Córdoba en la historia de la ciudad. De los *vici* romanos a los arrabales islámicos. Real Academia de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba, 323-350
- Vidal Castro, F. 1995. El agua en el derecho islámico. Introducción a sus orígenes, propiedad y uso. En: A. Malpica (coord.). El agua en la agricultura de al-Andalus. El Legado Andalusí, Granada.
- Watson, A. M. 1998. Innovaciones en la agricultura en los primeros tiempos del mundo islámico. Universidad de Granada, Granada
- Wilkinson, J.C. 2013. Water and tribal settlement in south-east Arabia. A study of Aflaj of Oman. Georg Olms Verlag. Hildesheim, 275 p. (primera edición de Oxford University Clarendon Press en 1977).

«Así como el hambre y la sed son señales del cuerpo y muestran lo que le falta, así también la ignorancia y escasez de conocimientos es una señal del alma y de sus creencias. Así las cosas, tenemos aquí dos tipos determinados, a saber: los que sólo buscan sus mantenimientos y los que procuran el saber. Pero la verdadera plenitud sólo se alcanza mediante el objeto que posee el más noble modo de ser. (...) Ahora bien, si por lo común la plenitud de la aprehensión es gozosa, cuando lo que se alcanza es por esencia noble y mayor en verdad y permanencia, forzosamente será la dicha más digna de ser elegida. Tal sucede con la felicidad intelectual respecto de los otros gozos»

Fuente: Averroes: Exposición de la «República» de Platón. Traducción y estudio preliminar de Miguel Cruz Hernández, Tecnos, Madrid, 1996, pp. 146-147.

